

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-136150

(P2001-136150A)

(43) 公開日 平成13年5月18日 (2001.5.18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 K 0 1 4

H 0 4 L 1/00

H 0 4 L 1/00

F 5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-233419(P2000-233419)

(22) 出願日 平成12年8月1日(2000.8.1)

(31) 優先権主張番号 特願平11-238202

(32) 優先日 平成11年8月25日(1999.8.25)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 田中 宏一郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 木村 知弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100098291

弁理士 小笠原 史朗

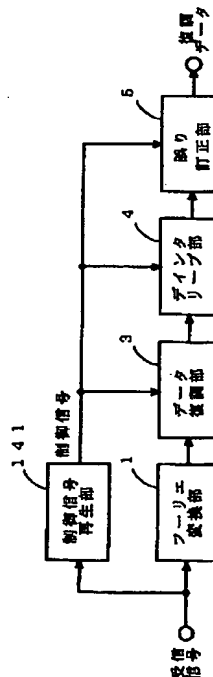
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御信号を用いるOFDM信号の伝送システムならびにこれに関する装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 簡単な装置によりOFDM信号の伝送効率を向上させ、データ遅延時間を短縮させることである。

【解決手段】 制御信号再生部141は、受信したOFDM信号から、フーリエ変換を施すことなしに直接制御信号を再生することによって、制御信号をより速く各処理部に供給する。フーリエ変換部1は受信したOFDM信号をフーリエ変換する。データ復調部3、デインタリーブ部4および誤り訂正部5はそれぞれ、制御信号再生部141において再生された制御信号が指定する変調方式、インタリーブサイズおよび誤り訂正の種類に従って、フーリエ変換部1によりフーリエ変換されたOFDM信号を復調し、デインタリーブし、誤り訂正して復調データを得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信装置から受信装置に対し、OFDM信号を送信するシステムであって、

前記送信装置は、

送信データに対応するOFDMシンボルと、伝送パラメータを指定するための制御信号に対応するOFDMシンボルとを時間軸上で多重したOFDM信号を生成する変調部と、

前記変調部において生成されたOFDM信号を前記受信装置に送信する送信部とを備え、

前記変調部は、全サブキャリアを一斉に同一の位相および振幅で変調することにより、前記制御信号に対応するOFDMシンボルを生成し、

前記受信装置は、

前記送信装置が送信するOFDM信号を受信する受信部と、

前記受信部が受信したOFDM信号を復調する復調部とを備え、

前記復調部は、

前記受信部が受信したOFDM信号からフーリエ変換を行うことなく直接的に前記制御信号を再生する制御信号再生部と、

フーリエ変換を含む処理によって、前記制御信号再生部が再生した制御信号に基づき、前記受信部が受信したOFDM信号から前記送信データを再生する送信データ復調部とを含む、OFDM信号の伝送システム。

【請求項2】 前記制御信号が指定する伝送パラメータは、変調方式、インタリーブサイズおよび誤り訂正の種類の中の少なくとも1つを指定するためのパラメータを含む、請求項1に記載のOFDM信号の伝送システム。

【請求項3】 送信データおよび制御信号を含むOFDM信号を生成するためのOFDM信号変調装置であって、

OFDMシンボルを構成する各サブキャリアを、前記送信データに基づいて変調することにより、送信データ変調信号を生成する送信データ変調手段と、

OFDMシンボルを構成する全サブキャリアを、前記制御信号に基づいて一斉に同一の位相および振幅で変調することにより、制御信号変調信号を生成する制御信号変調手段と、

前記送信データ変調信号および前記制御信号変調信号に基づいて、前記送信データを含む送信データ部分と前記制御信号を含む制御信号部分とが時間軸上で多重されたOFDM信号を生成するOFDM信号生成手段とを備える、OFDM信号変調装置。

【請求項4】 受信したOFDM信号を復調して送信データを再生するOFDM信号復調装置であって、前記OFDM信号から、フーリエ変換を行うことなく直接的に制御信号を再生する制御信号再生手段と、

フーリエ変換を含む処理によって、前記制御信号再生手段が再生した制御信号が示す伝送パラメータに基づき、前記OFDM信号から前記送信データを再生する送信データ再生手段とを備える、OFDM信号復調装置。

【請求項5】 前記制御信号再生手段は、

前記受信したOFDM信号に含まれる前記制御信号に対応するOFDMシンボルと、予め準備された時間領域基準信号との相関値を求める相関手段と、

前記相関手段が求めた相関値が示す位相および振幅を判定することにより、前記制御信号を再生する判定手段とを含む、請求項4に記載のOFDM信号復調装置。

【請求項6】 前記送信データ再生手段は、

受信したOFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記フーリエ変換手段の出力を復調するデータ復調手段と、

前記データ復調手段の出力をデインタリーブするデインタリーブ手段と、

前記デインタリーブ手段の出力を誤り訂正する誤り訂正手段とを含む、請求項4に記載のOFDM信号復調装置。

【請求項7】 送信データおよび制御信号を含むOFDM信号を送信するためのOFDM信号送信装置であって、

OFDMシンボルを構成する各サブキャリアを、前記送信データに基づいて変調することにより、送信データ変調信号を生成する送信データ変調手段と、

OFDMシンボルを構成する全サブキャリアを、前記制御信号に基づいて一斉に同一の位相および振幅で変調することにより、制御信号変調信号を生成する制御信号変調手段と、

前記送信データ変調信号および前記制御信号変調信号に基づいて、前記送信データを含む送信データ部分と前記制御信号を含む制御信号部分とが時間軸上で多重されたOFDM信号を生成するOFDM信号生成手段と、

前記OFDM信号生成手段において生成されたOFDM信号を送信する送信手段とを備える、OFDM信号送信装置。

【請求項8】 OFDM信号を受信して送信データを再生するOFDM信号受信装置であって、

前記OFDM信号を受信する受信手段と、

前記受信手段が受信したOFDM信号から、フーリエ変換を行うことなく直接的に制御信号を再生する制御信号再生手段と、

フーリエ変換を含む処理によって、前記制御信号再生手段が再生した制御信号が示す伝送パラメータに基づき、前記受信手段が受信したOFDM信号から前記送信データを再生する送信データ再生手段とを備える、OFDM信号受信装置。

【請求項9】 前記制御信号再生手段は、

10

20

30

40

50

前記受信手段が受信したOFDM信号に含まれる前記制御信号に対応するOFDMシンボルと、予め準備された時間領域基準信号との相関値を求める相関手段と、前記相関手段が求めた相関値が示す位相および振幅を判定することにより、前記制御信号を再生する判定手段とを含む、請求項8に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項10】 前記送信データ再生手段は、前記受信手段が受信したOFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記フーリエ変換手段の出力を復調するデータ復調手段と、前記データ復調手段の出力をデインタリーブするデインタリーブ手段と、前記デインタリーブ手段の出力を誤り訂正する誤り訂正手段とを含む、請求項8に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項11】 送信データおよび制御信号を含むOFDM信号を生成するためのOFDM信号変調方法であって、OFDMシンボルを構成する各サブキャリアを、前記送信データに基づいて変調することにより、送信データ変調信号を生成するステップと、OFDMシンボルを構成する全サブキャリアを、前記制御信号に基づいて一斉に同一の位相および振幅で変調することにより、制御信号変調信号を生成するステップと、前記送信データ変調信号および前記制御信号変調信号に基づいて、前記送信データを含む送信データ部分と前記制御信号を含む制御信号部分とが時間軸上で多重されたOFDM信号を生成するステップとを備える、OFDM信号変調方法。

【請求項12】 受信したOFDM信号を復調して送信データを再生するOFDM信号復調方法であって、前記受信したOFDM信号から、フーリエ変換を行うことなく直接的に制御信号を再生するステップと、フーリエ変換を含む処理によって、前記制御信号が示す伝送パラメータに基づき、前記OFDM信号から前記送信データを再生するステップとを備える、OFDM信号復調方法。

【請求項13】 前記制御信号を再生するステップは、前記受信したOFDM信号に含まれる前記制御信号に対応するOFDMシンボルと、予め準備された時間領域基準信号との相関値を求めるステップと、前記相関値が示す位相および振幅を判定することにより、前記制御信号を再生するステップとを含む、請求項12に記載のOFDM信号復調方法。

【請求項14】 前記送信データを再生するステップは、受信したOFDM信号をフーリエ変換するステップと、フーリエ変換した結果を復調するステップと、

復調した結果をデインタリーブするステップと、デインタリーブした結果を誤り訂正するステップとを含む、請求項12に記載のOFDM信号復調方法。

【請求項15】 送信データおよび制御信号を含むOFDM信号を送信するためのOFDM信号送信方法であって、OFDMシンボルを構成する各サブキャリアを、前記送信データに基づいて変調することにより、送信データ変調信号を生成するステップと、OFDMシンボルを構成する全サブキャリアを、前記制御信号に基づいて一斉に同一の位相および振幅で変調することにより、制御信号変調信号を生成するステップと、前記送信データ変調信号および前記制御信号変調信号に基づいて、前記送信データを含む送信データ部分と前記制御信号を含む制御信号部分とが時間軸上で多重されたOFDM信号を生成するステップと、前記OFDM信号を送信するステップとを備える、OFDM信号送信方法。

【請求項16】 OFDM信号を受信して送信データを再生するOFDM信号受信方法であって、前記OFDM信号を受信するステップと、前記OFDM信号から、フーリエ変換を行うことなく直接的に制御信号を再生するステップと、フーリエ変換を含む処理によって、前記制御信号が示す伝送パラメータに基づき、前記OFDM信号から前記送信データを再生するステップとを備える、OFDM信号受信方法。

【請求項17】 前記制御信号を再生するステップは、前記OFDM信号に含まれる前記制御信号に対応するOFDMシンボルと、予め準備された時間領域基準信号との相関値を求めるステップと、前記相関値が示す位相および振幅を判定することにより、前記制御信号を再生するステップとを含む、請求項16に記載のOFDM信号受信方法。

【請求項18】 前記送信データを再生するステップは、前記OFDM信号をフーリエ変換するステップと、フーリエ変換した結果を復調するステップと、復調した結果をデインタリーブするステップと、デインタリーブした結果を誤り訂正するステップとを含む、請求項16に記載のOFDM信号受信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、制御信号を用いるOFDM信号の伝送システムならびにこれに関する装置及び方法に関し、より特定的には、制御信号に対応するOFDMシンボルを伝送することによって、誤り訂正の種類、インタリーブサイズ、変調方式などの伝送パラメータを指定するOFDM信号の伝送システムならびに

これに関する装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、無線または有線の伝送システムにおいて、伝送すべきデータの重要度や伝送路の状況によってデータの符号化や変調の方式などの伝送パラメータを変更することがある。この場合、送信側も受信側もその伝送パラメータに対応したデータ処理を行う必要があるため、伝送パラメータを変更する際には、送信側と受信側の双方で予めその伝送パラメータについての情報を得ておく必要がある。

【0003】従来、伝送パラメータを変更する方法として、変更したい伝送パラメータの情報を、送信側から制御信号として伝送することによって、受信側に予め伝送パラメータについての情報を伝えるという方法があった。直交周波数分割多重（以下、OFDMと称す）伝送においても同様にして伝送パラメータの変更を行うことができた。

【0004】ここで、OFDM伝送とは、直交する多数のサブキャリアのそれぞれに送信すべきデータを乗せてから全サブキャリアを多重することによって情報を伝送する方式であって、特に、遅延波による符号間干渉を軽減するといった特長がある。各サブキャリアの変調方式には、QPSKや多値QAMなどが用いられる。

【0005】図10は、制御信号を用いて伝送パラメータを指定できる従来のOFDM信号復調装置の構成を示すブロック図である。図10において、従来のOFDM信号復調装置は、フーリエ変換部1、データ復調部3、デインタリーブ部4、誤り訂正部5および制御信号復調部102を備えている。以下、この復調装置の動作を説明する。

【0006】図10において、復調装置には、プリアンブル、制御シンボル、データシンボルの順で多重された受信信号が入力される。この受信信号は、送信側から送出されたOFDM信号を、受信側で受信し、IF信号に変換し、直交検波することによって分離したI軸側データおよびQ軸側データの2系列のデータよりなる。なお、図示は省略するが、この復調装置には、受信側のタイミング信号生成部によって受信信号自体から生成されたシンボル同期信号およびクロック信号がさらに供給される。復調装置の各処理部は、このシンボル同期信号およびクロック信号に基づいてデータ処理を行う。

【0007】なお、図10において、入力される制御シンボルおよびデータシンボルは、それぞれのシンボルを構成する各サブキャリア毎に別々のデータを乗せてから逆フーリエ変換して生成したOFDMシンボルであって、その各サブキャリアに乗せられている情報を得るには、それらのシンボルをフーリエ変換する必要がある。

【0008】フーリエ変換部1は、受信信号をフーリエ変換して制御信号復調部102およびデータ復調部3へ供給する。制御信号復調部102は、フーリエ変換部1

のフーリエ変換出力における制御シンボルの部分に対し、復調処理して、制御信号を再生し、データ復調部3、デインタリーブ部4および誤り訂正部5に供給する。

【0009】データ復調部3、デインタリーブ部4および誤り訂正部5は、それぞれ、制御信号が示す伝送パラメータに基づいて、フーリエ変換部1のフーリエ変換出力におけるデータシンボルの部分に対し、復調処理、デインタリーブ処理および誤り訂正処理を施して、復調データを出力する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】前述のように、従来のOFDM信号の伝送システムにおいては、制御信号がデータ復調部3以降の各処理部に供給されるのは、制御シンボルをフーリエ変換してから、さらに制御信号復調部102で復調した後である。一方、データシンボルがデータ復調部に供給されるのは、データシンボルをフーリエ変換した直後である。

【0011】ここで、データ復調部3以後のデータ処理には制御信号が必要となるので、データ復調部3以後の各処理部には、データシンボルよりも先に制御信号が供給される必要がある。しかし、制御シンボルの直後にデータシンボルを受信した場合、制御信号を制御信号復調部102で復調している間に、先にデータシンボルがデータ復調部3に入力されてしまうので、送信データを正しく復調することはできない。

【0012】そこで、データシンボルがデータ復調部3に入力される時刻を、制御シンボルの復調にかかる時間分だけ遅らせる必要があり、そのために以下の2つの方法がとられていた。第1の方法は、伝送するOFDM信号の制御シンボルとデータシンボルとの間に、前述の制御信号復調時間分の空きを設ける方法である。第2の方法は、データ復調部3の手前にバッファメモリを設け、データシンボルを一時記憶することで、データ復調部3へのデータシンボルの入力を前述の制御信号復調時間分だけ遅延させる方法である。

【0013】しかし、前者は伝送効率が低下するという問題があり、後者は余分な記憶装置が必要になるという問題があった。さらには、前者はデータシンボルの送信開始時刻を、後者はデータシンボルの復調開始時刻を遅らせることになるので、送信データ部分を送信側で変調してから受信側で復調するまでの時間がその分だけ長くなり、データ遅延時間が増大するという問題があった。

【0014】それ故に、本発明の目的は、伝送効率を向上させ、かつ余分な記憶装置を必要としない、そして、その結果として、データ遅延時間を短縮させたOFDM信号の伝送システムならびにこれに関する装置及び方法を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の

10

20

30

40

50

発明は、送信装置から受信装置に対し、OFDM信号を伝送するシステムであって、送信装置は、送信データに対応するOFDMシンボルと、伝送パラメータを指定するための制御信号に対応するOFDMシンボルとを時間軸上で多重したOFDM信号を生成する変調部と、変調部において生成されたOFDM信号を受信装置に送信する送信部とを備え、変調部は、全サブキャリアを一斉に同一の位相および振幅で変調することにより、制御信号に対応するOFDMシンボルを生成し、受信装置は、送信装置が送信するOFDM信号を受信する受信部と、受信部が受信したOFDM信号を復調する復調部とを備え、復調部は、受信部が受信したOFDM信号からフーリエ変換を行うことなく直接的に前記制御信号を再生する制御信号再生部と、フーリエ変換を含む処理によって、制御信号再生部が再生した制御信号に基づき、受信部が受信したOFDM信号から送信データを再生する送信データ復調部とを含む。

【0016】上記のように、第1の発明によれば、受信側において、フーリエ変換を施すことなく、受信信号から直接制御信号を再生できる。そうすれば、制御信号を、受信信号の送信データ部分よりも早く受信側の各データ処理部へ供給することが可能となり、送信データ部分を遅延させることなしに復調できる。よって、伝送効率を向上させ、かつ余分な記憶装置を必要としない、そして、その結果として、データ遅延時間を短縮させることが可能となる。

【0017】第2の発明は、第1の発明において、制御信号が指定する伝送パラメータは、変調方式、インタリーブサイズおよび誤り訂正の種類のうち少なくとも1つを指定するためのパラメータを含む。

【0018】上記のように、第2の発明によれば、制御信号によって、送信側から受信側に、特に、変調方式、インタリーブサイズおよび誤り訂正の種類のうち少なくとも1つを指定する場合についても、第1の発明の効果が得られる。

【0019】第3の発明は、送信データおよび制御信号を含むOFDM信号を生成するためのOFDM信号変調装置であって、OFDMシンボルを構成する各サブキャリアを、送信データに基づいて変調することにより、送信データ変調信号を生成する送信データ変調手段と、OFDMシンボルを構成する全サブキャリアを、制御信号に基づいて一斉に同一の位相および振幅で変調することにより、制御信号変調信号を生成する制御信号変調手段と、送信データ変調信号および制御信号変調信号に基づいて、送信データを含む送信データ部分と制御信号を含む制御信号部分とが時間軸上で多重されたOFDM信号を生成するOFDM信号生成手段とを備える。

【0020】上記のように、第3の発明によれば、フーリエ変換を施すことなく直接制御信号を再生できるOFDMシンボルを、送信データ部分に多重することが可能

となる。このようにして生成したOFDM信号を用いれば、制御信号部分とデータ信号部分の間に空きを設けることなく受信側に送信することが可能となる。よって、伝送効率を向上させると共に、データ遅延時間を短縮させることが可能となる。

【0021】第4の発明は、受信したOFDM信号を復調して送信データを再生するOFDM信号復調装置であって、OFDM信号から、フーリエ変換を行うことなく直接的に制御信号を再生する制御信号再生手段と、フーリエ変換を含む処理によって、制御信号再生手段が再生した制御信号が示す伝送パラメータに基づき、OFDM信号から送信データを再生する送信データ再生手段とを備える。

【0022】上記のように、第4の発明によれば、受信したOFDM信号から制御信号をフーリエ変換を施すことなしに再生することで、制御信号を、受信信号の送信データ部分よりも速く再生して各データ処理手段へ供給することが可能となる。そうすると、制御信号部分の直後に送信データ部分を受信した場合においても、送信データ部分を遅延させることなしに復調できる。よって、余分な記憶装置を必要としないと共に、データ遅延時間を短縮させることが可能となる。

【0023】第5の発明は、第4の発明において、制御信号再生手段は、受信したOFDM信号に含まれる制御信号に対応するOFDMシンボルと、予め準備された時間領域基準信号との相関値を求める相関手段と、相関手段が求めた相関値が示す位相および振幅を判定することにより、制御信号を再生する判定手段とを含む。

【0024】上記のように、第5の発明によれば、特に、公知の相関演算を施すことによって、受信したOFDM信号から、フーリエ変換処理を行わずに直接的に制御信号を再生することが可能となり、第4の発明の効果が得られる。

【0025】第6の発明は、第4の発明において、送信データ再生手段は、受信したOFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、フーリエ変換手段の出力を復調するデータ復調手段と、データ復調手段の出力をデインタリーブするデインタリーブ手段と、デインタリーブ手段の出力を誤り訂正する誤り訂正手段とを含む。

【0026】上記のように、第6の発明によれば、特に、送信側から伝送される制御信号の示す変調方式、インタリーブサイズおよび誤り訂正の種類に従って、送信データをデータ復調、デインタリーブおよび誤り訂正する場合においても、第4の発明の効果が得られる。

【0027】第7の発明は、送信データおよび制御信号を含むOFDM信号を送信するためのOFDM信号送信装置であって、OFDMシンボルを構成する各サブキャリアを、送信データに基づいて変調することにより、送信データ変調信号を生成する送信データ変調手段と、OFDMシンボルを構成する全サブキャリアを、制御信号

10

20

30

40

50

に基づいて一斉に同一の位相および振幅で変調することにより、制御信号変調信号を生成する制御信号変調手段と、送信データ変調信号および制御信号変調信号に基づいて、送信データを含む送信データ部分と制御信号を含む制御信号部分とが時間軸上で多重された OFDM 信号を生成する OFDM 信号生成手段と、OFDM 信号生成手段において生成された OFDM 信号を送信する送信手段とを備える。

【0028】上記のように、第 7 の発明によれば、フーリエ変換を施すことなく直接制御信号を再生できる OFDM シンボルを、送信データ部分に多重して伝送することが可能となり、制御信号部分とデータ信号部分の間に空きを設けることなく受信側に送信することが可能となる。よって、伝送効率を向上させると共に、データ遅延時間を短縮させることが可能となる。

【0029】第 8 の発明は、OFDM 信号を受信して送信データを再生する OFDM 信号受信装置であって、OFDM 信号を受信する受信手段と、受信手段が受信した OFDM 信号から、フーリエ変換を行うことなく直接的に制御信号を再生する制御信号再生手段と、フーリエ変換を含む処理によって、制御信号再生手段が再生した制御信号が示す伝送パラメータに基づき、受信手段が受信した OFDM 信号から送信データを再生する送信データ再生手段とを備える。

【0030】上記のように、第 8 の発明によれば、OFDM 信号を受信し、受信した OFDM 信号から制御信号をフーリエ変換を施すことなしに再生することで、制御信号を、受信信号の送信データ部分よりも速く再生して各データ処理手段へ供給することが可能となる。そうすると、制御信号部分の直後に送信データ部分を受信した場合においても、送信データ部分を遅延させることなく復調できる。よって、余分な記憶装置を必要としないと共に、データ遅延時間を短縮させることが可能となる。

【0031】第 9 の発明は、第 8 の発明において、制御信号再生手段は、受信手段が受信した OFDM 信号に含まれる制御信号に対応する OFDM シンボルと、予め準備された時間領域基準信号との相関値を求める相関手段と、相関手段が求めた相関値が示す位相および振幅を判定することにより、制御信号を再生する判定手段とを含む。

【0032】第 10 の発明は、第 8 の発明において、送信データ再生手段は、受信手段が受信した OFDM 信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、フーリエ変換手段の出力を復調するデータ復調手段と、データ復調手段の出力をデインタリーブするデインタリーブ手段と、デインタリーブ手段の出力を誤り訂正する誤り訂正手段とを含む。

【0033】第 11 の発明は、送信データおよび制御信号を含む OFDM 信号を生成するための OFDM 信号変

調方法であって、OFDM シンボルを構成する各サブキャリアを、送信データに基づいて変調することにより、送信データ変調信号を生成するステップと、OFDM シンボルを構成する全サブキャリアを、制御信号に基づいて一斉に同一の位相および振幅で変調することにより、制御信号変調信号を生成するステップと、送信データ変調信号および前記制御信号変調信号に基づいて、送信データを含む送信データ部分と制御信号を含む制御信号部分とが時間軸上で多重された OFDM 信号を生成するステップとを備える。

【0034】第 12 の発明は、受信した OFDM 信号を復調して送信データを再生する OFDM 信号復調方法であって、受信した OFDM 信号から、フーリエ変換を行うことなく直接的に制御信号を再生するステップと、フーリエ変換を含む処理によって、制御信号が示す伝送パラメータに基づき、OFDM 信号から送信データを再生するステップとを備える。

【0035】第 13 の発明は、第 12 の発明において、制御信号を再生するステップは、受信した OFDM 信号に含まれる制御信号に対応する OFDM シンボルと、予め準備された時間領域基準信号との相関値を求めるステップと、相関値が示す位相および振幅を判定することにより、制御信号を再生するステップとを含む。

【0036】第 14 の発明は、第 12 の発明において、送信データを再生するステップは、受信した OFDM 信号をフーリエ変換するステップと、フーリエ変換した結果を復調するステップと、復調した結果をデインタリーブするステップと、デインタリーブした結果を誤り訂正するステップとを含む。

【0037】第 15 の発明は、送信データおよび制御信号を含む OFDM 信号を送信するための OFDM 信号送信方法であって、OFDM シンボルを構成する各サブキャリアを、送信データに基づいて変調することにより、送信データ変調信号を生成するステップと、OFDM シンボルを構成する全サブキャリアを、制御信号に基づいて一斉に同一の位相および振幅で変調することにより、制御信号変調信号を生成するステップと、送信データ変調信号および制御信号変調信号に基づいて、送信データを含む送信データ部分と制御信号を含む制御信号部分とが時間軸上で多重された OFDM 信号を生成するステップと、OFDM 信号を送信するステップとを備える。

【0038】第 16 の発明は、OFDM 信号を受信して送信データを再生する OFDM 信号受信方法であって、OFDM 信号を受信するステップと、OFDM 信号から、フーリエ変換を行うことなく直接的に制御信号を再生するステップと、フーリエ変換を含む処理によって、制御信号が示す伝送パラメータに基づき、OFDM 信号から送信データを再生するステップとを備える。

【0039】第 17 の発明は、第 16 の発明において、制御信号を再生するステップは、OFDM 信号に含まれ

10

20

30

40

50

る制御信号に対応するOFDMシンボルと、予め準備された時間領域基準信号との相関値を求めるステップと、相関値が示す位相および振幅を判定することにより、制御信号を再生するステップとを含む。

【0040】第18の発明は、第16の発明において、送信データを再生するステップは、OFDM信号をフーリエ変換するステップと、フーリエ変換した結果を復調するステップと、復調した結果をデインタリーブするステップと、デインタリーブした結果を誤り訂正するステップとを含む。

【発明の実施の形態】以下、図1から図9を参照して、本発明の制御信号を用いるOFDM信号の伝送システムおよびその変復調装置の実施の形態について説明する。

【0041】図1は、本発明の一実施形態に係るOFDM信号の伝送システムの構成を示すブロック図である。図1において、伝送システムは、送信装置9と、受信装置10を備えており、送信装置9は、変調部11および送信部12を備え、受信装置10は、受信部13および復調部14を備えている。復調部14は、制御信号再生部141および送信データ復調部142を含んでいる。

【0042】以下、この図1を参照して、この伝送システムの動作を説明する。送信装置9において、変調部11には、送信データおよび制御信号が供給され、これら2つの信号に対応するOFDMシンボルを時間軸上で多重した送信信号を出力する。送信部12は、変調部11において生成された送信信号を、高周波のOFDM信号にして受信装置10に送信する。

【0043】受信装置10において、受信部13は、送信装置9の送信したOFDM信号を受信して、受信信号を出力する。制御信号再生部141は、受信部13の受信した受信信号から制御信号を再生する。送信データ復調部142は、受信部が受信した受信信号から、制御信号再生部141が再生した制御信号に基づいて送信データを再生する。

【0044】図2は、本発明の一実施形態に係るOFDM信号の伝送システムにおいて、送信側から受信側に伝送されるOFDM信号の構成の一例を示す図である。図2において、送信側から受信側には、まずプリアンプル21が、次に制御シンボル22が、最後にデータシンボル23が伝送される。

【0045】プリアンプル21は、復調時に制御シンボル22およびデータシンボル23のタイミング、周波数および位相を推定するために必要な基準信号を含む。制御シンボル22は、データシンボル23の復調に必要な変調方式、インタリーブサイズ、誤り訂正の種類などの伝送パラメータを指定するための制御信号に対応するOFDMシンボルである。データシンボル23は、送信データに対応するOFDMシンボルである。

【0046】なお、後述するように、データシンボル23を構成する各サブキャリアには、送信データが分散し

て乗せられているのに対して、制御シンボル22を構成する全サブキャリアには、同一の制御信号が重複して乗せられている。

【0047】図3は、本発明の一実施形態に係るOFDM信号の伝送システムにおいて、送信側に設けられる変調装置の構成を示すブロック図である。図3において、変調装置は、制御信号変調部31、スイッチ32、誤り訂正符号化部33、インタリーブ部34、データ変調部35および逆フーリエ変換部36を備えている。

【0048】この変調装置には、制御信号および送信データが入力される。制御信号は、必要に応じて最適化した伝送パラメータに従って送信側と受信側の各処理部を制御するための信号であり、制御信号変調部31、誤り訂正符号化部33、インタリーブ部34およびデータ変調部35へ供給される。そして、送信データは誤り訂正符号化部33へ供給される。なお、図示は省略するが、この変調装置には、送信側のタイミング信号発生部によって生成されたシンボル同期信号およびクロック信号がさらに供給される。変調装置の各処理部は、このシンボル同期信号およびクロック信号に基づいてデータ処理を行う。

【0049】制御信号変調部31は、制御信号を所定のビット数単位のビット列に分割し、分割したビット列を、そのビットの並びに対応する複素平面上の位置を示す複素数にそれぞれ変換する。さらに、この制御信号に対応する複素数によって全サブキャリアを同時に変調する。

【0050】誤り訂正符号化部33は、制御信号が示す誤り訂正の種類に従って、送信データを誤り訂正符号化する。インタリーブ部34は、制御信号が示すインタリーブサイズに従って、誤り訂正符号化部33の符号化出力をインタリーブする。

【0051】データ変調部35は、制御信号が示す変調方式に従って、インタリーブ部34のインタリーブ出力を所定のビット数単位のビット列に分割し、分割したビット列を、そのビットの並びに対応する複素平面上の位置を示す複素数にそれぞれ変換する。さらに、この送信データに対応する複素数によって各サブキャリアを別々に変調する。

【0052】スイッチ32は、まず制御信号変調部31からの変調出力を選択し、次に、データ変調部35からの変調出力を選択する。逆フーリエ変換部36は、スイッチ32によって選択された変調出力を逆フーリエ変換することにより、送信信号を出力する。

【0053】この変調装置から出力される送信信号は複素数であり、I軸側データとQ軸側データの二系列のデータよりなる。この二系列のデータは、この後、図1に示す送信部12によって、直交変調されて、IF信号に変換され、さらにRF周波数に変換されて受信側へ伝送される。

【0054】次に、図4を参照して、データ変調部35から逆フーリエ変換部36までの処理をより詳細に説明する。ただし、図4において、スイッチ32はデータ変調部35からの変調出力を選択しているものとし、図示を省略する。

【0055】図4において、データ変調部35は、複素変換部41、直並列部42および乗算部43を備えており、乗算部43は乗算器431～43Nよりなる。複素変換部41は、送信データに基づいたインタリーブ部34からのインタリーブ出力を、制御信号が示す変調方式に従って、複素数の並びに変換する。直並列部42は、複素変換部41から出力される複素数をサブキャリアの数ごとにまとめ、各サブキャリアに対して並列に出力する。乗算器431～43Nは、それぞれ予め用意されているサブキャリアの基準複素数と、そのサブキャリアに対応する直並列部から出力される複素数とを乗算することにより、変調後の各サブキャリアに対応する複素数を生成する。各サブキャリアには、それぞれ所定の周波数が割り当てられている。逆フーリエ変換部36は、乗算部43から出力される変調後の各サブキャリアに対応する複素数を、各サブキャリアに割り当てられた周波数における値として逆フーリエ変換することにより、時間領域の信号を表す複素数を生成する。

【0056】つまり、図4に示した送信データに対応する信号の処理は、従来の、通常のOFDM信号を生成する処理と同じである。

【0057】図4における処理をまとめると、各サブキャリアが予め有している位相および振幅を、送信データに対応する位相および振幅で変調することにより、各サブキャリアの変調後の位相および振幅が求まる。各サブキャリアは周波数軸上に並んでおり、この各サブキャリアの変調後の位相および振幅を逆フーリエ変換することにより、時間領域で変化する信号の位相および振幅が得られる。

【0058】実際の処理では、位相および振幅は、複素平面上で、その位相および振幅に対応する位置を示す複素数によって表され、変調処理は、複素数どうしの乗算に相当する。つまり、上述の処理は、各サブキャリアの基準複素数と、送信データに対応する複素数とを乗算した結果を逆フーリエ変換して、時間領域の複素数を求めることに相当する。

【0059】次に、図5を参照して、制御信号変調部31から逆フーリエ変換部36までの処理をより詳細に説明する。ただし、図5において、スイッチ32は制御信号変調部31からの変調出力を選択しているものとし、図示を省略する。

【0060】図5において、制御信号変調部31は、複素変換部51および乗算部53を備えており、乗算部53は乗算器531～53Nよりなる。複素変換部51は、制御信号を、複素数の並びに変換する。乗算器53

1～53Nそれぞれには、複素変換部51において変換された同一の複素数が入力され、乗算器531～53Nは、その複素数と、予め用意されている各サブキャリアの基準複素数とを乗算することにより、変調後の各サブキャリアに対応する複素数を生成する。なお、これらの基準複素数は、データ変調部35で用いる基準複素数と同一であっても良いし、異なっても良い。各サブキャリアには、それぞれ所定の周波数が割り当てられている。逆フーリエ変換部36は、乗算部53から出力される変調後の各サブキャリアに対応する複素数を、各サブキャリアに割り当てられた周波数における値として逆フーリエ変換することにより、時間領域の信号を表す複素数を生成する。

【0061】次に、図6を参照して、図5において逆フーリエ変換部36から出力される、時間領域の信号の特性について説明する。まず、図6(a)に示すように、図5において制御信号に対応する複素数として1を各乗算器531～53Nに入力した場合に、逆フーリエ変換部36から出力される時間領域の信号 $h(t)$ を時間領域基準信号と称することにする。

【0062】すると、図6(b)に示すように、図5において制御信号に対応する複素数として k を乗算器531～53Nに入力した場合に、逆フーリエ変換部36に入力される周波数軸上の各値は、図6(a)の場合に比べてそれぞれ k 倍となる。ここで、逆フーリエ変換は線形演算であるので、入力値全体を k 倍すると、それに伴い出力値全体も k 倍となる。よって、制御信号に対応する複素数を k としたときに逆フーリエ変換部36から出力される時間領域の信号 $g(t)$ は、時間領域基準信号 $h(t)$ を k 倍した信号である $k \cdot h(t)$ となる。

【0063】図7は、本発明の一実施形態に係るOFDM信号の伝送システムにおいて、受信側に設けられる復調装置の構成を示すブロック図である。図7に示す復調装置は、フーリエ変換部1、制御信号再生部141、データ復調部3、デインタリーブ部4および誤り訂正部5を備えている。

【0064】なお、図7のOFDM信号復調装置と図10のOFDM信号復調装置との構成の相違点は、図10の制御信号復調部102が受信信号をフーリエ変換後に制御信号を再生するのに対し、図7の制御信号再生部141は受信信号をフーリエ変換を経由せずに制御信号を再生する点だけである。従って、図7における構成で、図10における構成に相当するものには同一の参照符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0065】図7において、復調装置には、受信信号が入力される。この入力される受信信号は、送信側から伝送されたOFDM信号を、図1に示す受信部13において、受信してIF信号に変換した後、直交検波により分離された、I軸側データおよびQ軸側データの二系列のデータよりなる。

10

20

30

40

50

【0066】なお、図示は省略するが、この復調装置には、受信側のタイミング信号生成部によって受信信号自体から生成されたシンボル同期信号およびクロック信号がさらに供給される。復調装置の各処理部は、このシンボル同期信号およびクロック信号に基づいてデータ処理を行う。

【0067】図7において、復調装置には、まず制御シンボルが入力され、その直後にデータシンボルが入力される。制御信号再生部141は、後述する処理によって受信信号の制御シンボル部分から制御信号を再生する。フーリエ変換部1は、受信信号のデータシンボル部分をフーリエ変換する。データ復調部3は、制御信号再生部141により再生された制御信号が示す変調方式に従って、フーリエ変換部1の変換出力を復調する。デインタリーブ部4は、制御信号再生部141により再生された制御信号が示すインタリーブサイズに従って、データ復調部3の復調出力をデインタリーブする。誤り訂正部5は、制御信号再生部141により再生された制御信号が示す誤り訂正の種類に従って、デインタリーブ部4のデインタリーブ出力を誤り訂正し、復調データを出力する。

【0068】次に、図7における制御信号再生部141の処理をより詳細に説明する。図8は、図7における制御信号再生部141の構成を示すブロック図であり、以下、この図を参照して制御信号再生部141の処理を説明する。

【0069】制御信号再生部141は、関連部81および判定部82を備える。まず、制御信号再生部141には受信信号が入力される。関連部81は、シンボル同期信号に基づいて、この受信信号の各制御シンボルと時間領域基準信号との相関値を相関演算によって求める。判定部82は、関連部81で求めた相関値を判定して制御信号を再生する。

【0070】ここで、時間領域基準信号は、図6(a)で説明したように、図5において乗算器531~53Nに制御信号に対応する複素数として1を入力した場合に逆フーリエ変換部36から出力される時間領域の信号 $h(t)$ であり、それは、時間領域の複素数によって表される。この時間領域基準信号は、予め準備されており、関連部81に与えられる。一方、制御シンボル $g(t)$ は、制御信号に対応する複素数を k とした場合、図6(b)において説明したように、逆フーリエ変換の線形性により、時間領域基準信号 $h(t)$ に k を乗じた信号 $k \cdot h(t)$ となる。

【0071】関連部81は、この二つの複素数の相関値を相関演算により求める。より具体的に説明すると、相関演算は、制御信号に対応する受信信号の示す複素数と、時間領域基準信号の示す複素数に対して共役な複素数とを乗算し、その値を1シンボル期間毎に積分することによって行われる。制御信号に対応する受信信号の前

述した特性により、この演算の結果、制御シンボルに乗せられていた複素数 k に比例する複素数が得られる。この関連部81における相関処理は公知であって、乗算器および積分回路等により実現される。

【0072】判定部82は、関連部81で求めた複素数に基づいて、複素平面上において、その複素数が含まれる範囲を判定し、複素数をその判定された範囲に対応するビット列に変換して出力する。この出力されるビット列が、再生された制御信号である。

【0073】ここで、これまでの説明において記述した、複素数で表される信号の実際の処理方法について説明する。複素数で表される信号は、複素数の実数部分に相当する成分と複素数の虚数部分に相当する成分とに分けて伝えられる。例えば、図4または図5における乗算器431~43Nまたは乗算器531~53Nには、送信データないし制御信号に対応する複素数の実数部および虚数部と、各サブキャリアに対応する基準複素数の実数部および虚数部とがそれぞれペアで入力され、複素数どうしの乗算が行われ、その結果の複素数も、それぞれの実数部および虚数部とがペアで出力される。

【0074】以下、図9を参照して、モデルケースによる従来のOFDM信号伝送システムの復調処理と本発明のOFDM信号伝送システムの復調処理との時間的な流れの相違を説明する。図9(a)から図9(b)は、従来のOFDM信号伝送システムの復調処理の時間的な流れを表しており、図9(e)から図9(h)は、本発明のOFDM信号伝送システムの復調処理の時間的な流れを表している。

【0075】受信信号は、2シンボル長のプリアンブル、制御信号に対応する1シンボル長の制御シンボル1個およびデータ1~4に対応する1シンボル長のデータシンボル4個で構成されるものを考える。フーリエ変換における処理遅延時間は2シンボル長とする。

【0076】従来は、フーリエ変換部が制御シンボルを出力してから制御信号を復調しており、データ復調部にデータシンボルを供給するのは制御信号の復調完了後である必要があった。つまり、図9(d)のタイミングでデータシンボルを供給する必要があるため、図9(b)に示すようにフーリエ変換出力において制御シンボルの出力とデータシンボルの出力との間に制御信号復調に必要な処理時間分の間隔を空ける必要があった。この制御信号の復調処理時間に相当するデータ長を0.5シンボル長とすると、全体が7シンボル長の受信信号に対して、その約7%に当たる0.5シンボル長の空白を図9(a)に示すように設ける必要があった。

【0077】本発明では、制御信号を受信した直後に図9(g)のように制御信号を再生している。その処理には相関値の計算を含むため、処理時間は従来に比べて長くなり、1シンボル長とする。図9(f)にフーリエ変換出力を示すが、データシンボルの最初の出力は制御信

号の復調が完了してから出力されている。これをそのままデータ復調処理の入力とすればよいので、従来のように受信信号に空白を設けなくてもよい。

【0078】このように本モデルケースによると、本発明のOFDM信号の伝送システムは、従来のOFDM信号の伝送システムと比べて、伝送効率が約7%向上され、データ部の送信および復調も0.5シンボル長早く開始することができる。

【0079】なお、本発明における制御シンボルは、OFDM信号を構成する全サブキャリアに同一の情報を乗せるので、各サブキャリアにそれぞれ異なる情報を乗せる場合に比べて伝送できる情報量は少なくなるが、制御信号の情報量は通常、送信データ等に比べてかなり少なく、従来でもサブキャリアの一部のみを用いて、もしくは制御信号を確実に伝送するために複数のサブキャリアに同一の情報を乗せて冗長に伝送していたので、通常の制御信号の情報量においてはその影響は少ない。むしろ、本発明の制御シンボルは、伝送によって一部の周波数の情報が失われた場合にも制御信号の復調が可能なので、制御信号という重要な情報を確実に伝えるのに適している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るOFDM信号の伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態に係るOFDM信号の伝送システムにおいて、送信側から受信側に伝送されるOFDM信号の構成の一例を示す図である。

【図3】本発明の一実施形態に係るOFDM信号の伝送システムにおいて、送信側に設けられる変調装置の構成を示すブロック図である。

【図4】図3に示す変調装置の構成の一部をより詳細に示すブロック図である。

【図5】図3に示す変調装置の構成の一部をより詳細に示すブロック図である。

【図6】本発明の一実施形態に係るOFDM信号の伝送システムにおいて、時間領域基準信号の特性、および、送信側から受信側に伝送されるOFDM信号のうちの、制御信号に対応するOFDM信号の特性を説明するための図である。

【図7】本発明の一実施形態に係るOFDM信号の伝送システムにおいて、受信側に設けられる復調装置の構成*

*を示すブロック図である。

【図8】図7に示す復調装置の構成の一部をより詳細に示すブロック図である。

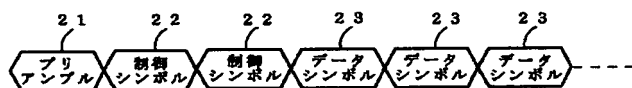
【図9】モデルケースにより、従来のOFDM信号の伝送システムにおける復調処理と本発明のOFDM信号の伝送システムにおける復調処理との時間的な流れの相違を示す図である。

【図10】制御信号を用いて伝送パラメータを指定できる従来のOFDM信号復調装置の構成を示すブロック図である。

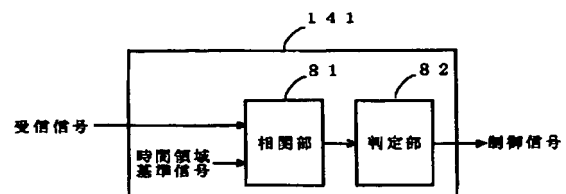
【符号の説明】

- 1…フーリエ変換部
- 3…データ復調部
- 4…デインタリーブ部
- 5…誤り訂正部
- 9…送信装置
- 10…受信装置
- 11…変調部
- 12…送信部
- 13…受信部
- 14…復調部
- 141…制御信号再生部
- 142…送信データ復調部
- 21…プリアンプ
- 22…制御シンボル
- 23…データシンボル
- 31…制御信号変調部
- 32…スイッチ
- 33…誤り訂正符号化部
- 34…インタリーブ部
- 35…データ変調部
- 36…逆フーリエ変換部
- 41…複素変換部
- 42…直並列部
- 43…乗算部
- 431～43N…乗算器
- 51…複素変換部
- 53…乗算部
- 531～53N…乗算器
- 81…相関部
- 82…判定部

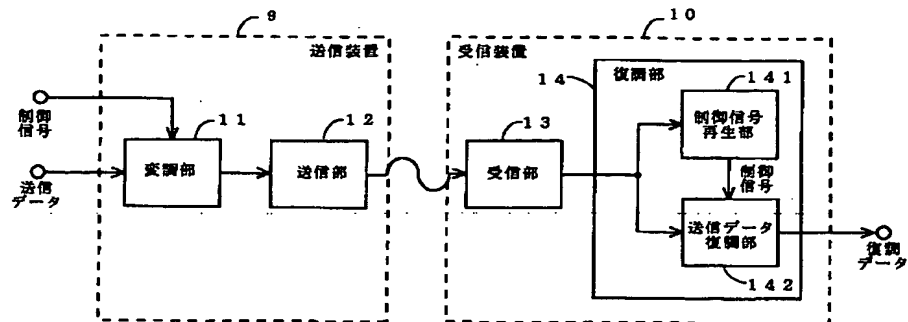
【図2】



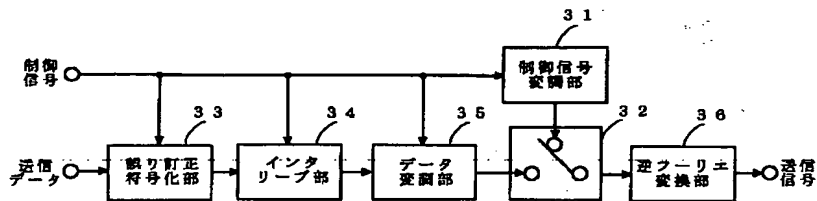
【図8】



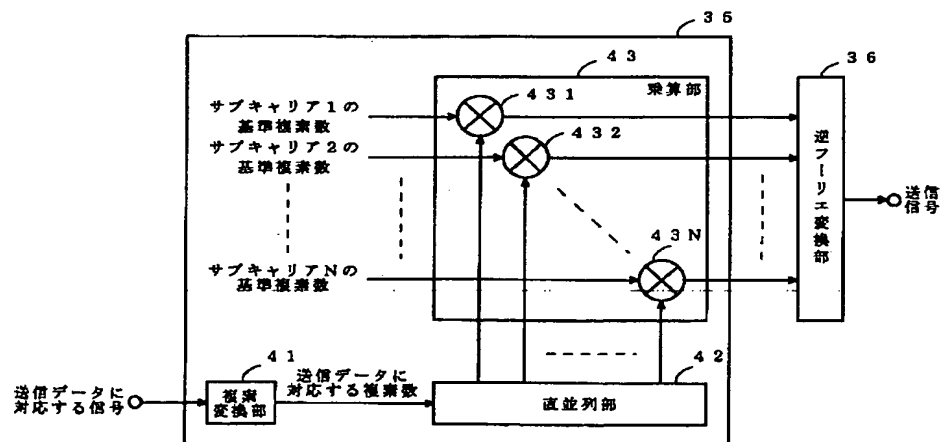
【図1】



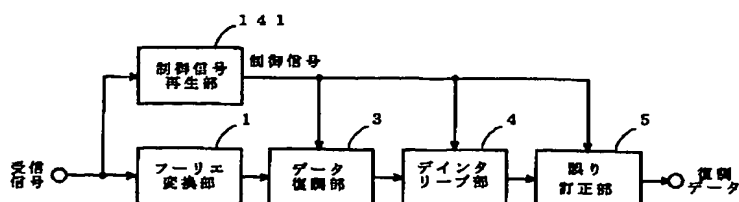
【図3】



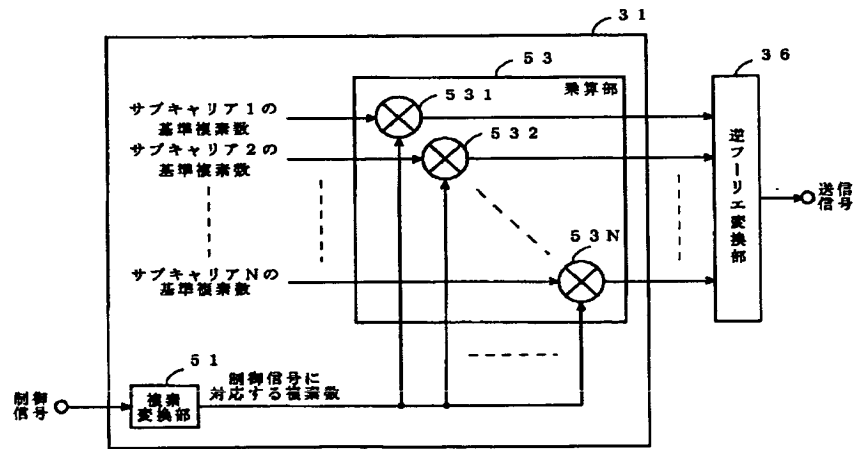
【図4】



【図7】

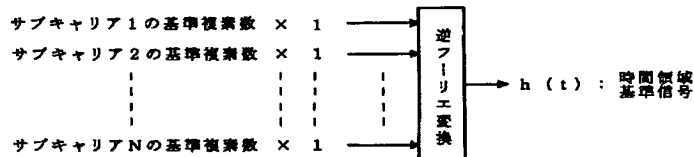


【図5】

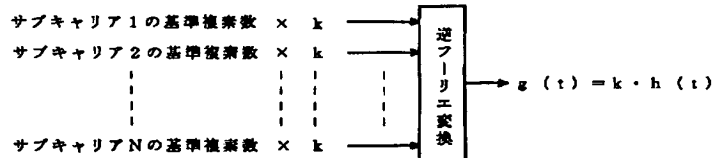


【図6】

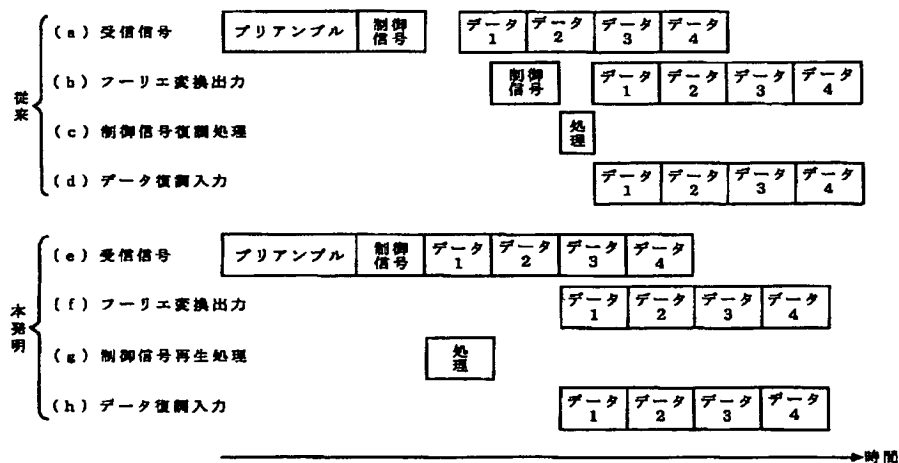
(a) 制御信号に対応する複素数が1の場合



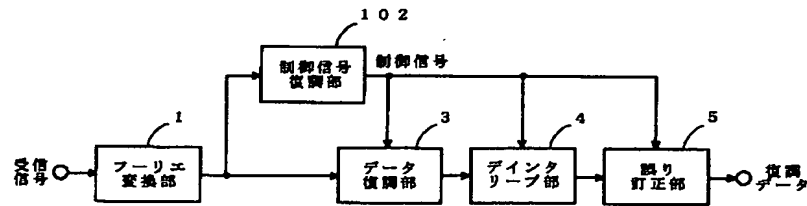
(b) 制御信号に対応する複素数がkの場合



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 中原 秀樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 白方 亨宗

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 原田 泰男

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 5K014 AA01 BA05 FA11 FA16 HA05
HA10

5K022 DD01 DD13 DD17 DD19 DD33

THIS PAGE BLANK (USPTO)